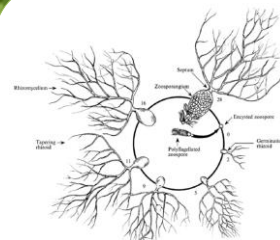


## INTRODUCCIÓ

L'aparell digestiu dels remugants, a més de ser una font abundant de bacteris i protozous, conté fongs que viuen en anaerobiosi (Orpin, 1975), identificats inicialment com a protozous flagel·lats. Formen part de la família dels *Neocallimastigaceae*, estan presents en el tracte intestinal de moltes espècies de mamífers herbívors i distribuïts mundialment. El seu cicle vital (Figura 1) consisteix, bàsicament, en un estadi de zoòspora flagel·lada mòbil que neda lliurement en el fluid estomacal i un altre estadi reproductiu, vegetatiu i no mòbil unit als materials en digestió (Trinci *et al.* 1994; Gordon i Phillips, 1998).

Tenen un paper important en la digestió de fibra vegetal, ja que són capaços de desplegar un ampli rang d'enzims hidrolítics en el rumen (cel·lulases, xil·lanases, hemicel·lulases, proteases, amilases, pectinases, etc.) juntament amb l'acció mecànica que exerceixen els seus rizoides sobre la paret cel·lular de les plantes, la qual envaeixen i trenquen (Lee *et al.* 2000).

Amb el temps s'ha anat realitzant un cribratge de molts dels fongs anaerobis aïllats de gran varietat de mamífers herbívors amb l'objectiu d'aconseguir un cultiu "superior" o d'elit, que permeti treure un major rendiment al farratge de baixa qualitat en remugants domèstics. Es tracta d'espècies o soques amb un potencial de degradació superior i que poden substituir a les espècies de fongs indígenes de menor potencial del rumen de l'animal en qüestió (Gordon i Phillips, 1998).



**Figura 1.** Representació esquemàtica del cicle de vida d'un fong anaerobi monocèntric, *Neocallimastix hirsleyensis*, originàriament aïllat del rumen d'una ovella. Els números representen hores després de l'encistament de l'espòria (Trinci *et al.* 1994).

## OBJECTIU

Aquest treball es centra en la contribució d'aquests fongs i/o els seus enzims en la millora de la digestió i consum d'aliments fibrosos (vegetals) de mala qualitat per part dels remugants que els allotgen, facilitant-ne la degradació i augmentant, per tant, l'aport energètic. El contrari succeeix amb els que no els posseeixen com a simbionts.

### EFFECTE DEL SULFUR EN LES POBLACIONS FÚNGIQUES

	Control	MPA
Fungal zoospores (x 10 <sup>6</sup> /ml)	1.1 ± 0.4	5.9 ± 0.7
Bacteria (x 10 <sup>6</sup> /ml)	7.8 ± 1.0	9.3 ± 0.7
OM intake (g/d)	910 ± 66	1128 ± 71
OM digestibility (%)	47.4 ± 0.9	51.6 ± 0.9
OM digestion (g/d)	433 ± 34	581 ± 37

**Taula 1.** Efecte del MPA (0,6 g/d) en les poblacions de zoòspores fúngiques del rumen i bacteris totals, i en la ingesta de matèria seca, digestibilitat i digestió en ovelles (Phillips *et al.* 2000).

Les ovelles suplementades amb MPA van mostrar una població fúngica cinc vegades superior que les ovelles control. El consum d'aliment va augmentar un 25%, la digestibilitat un 4,5% i la digestió de matèria seca un 37% aproximadament.

### ELIMINACIÓ DELS FONGS ANAEROBIS DEL RUMEN

Parameter	A. Pre-treatment	B. No fungi	C. With fungi added
Intake (g/d)	894±30.8	628±36.4	877±53.6
ADF	390±9.3	264±16.4	373±22.6
Digestibility (%)			
OM	53.2±1.30	50.3±1.38	57.3±1.02
ADF	51.2±1.03	46.5±1.28	55.0±1.64
Anaerobic fungi (zoospores/ml, x10 <sup>6</sup> )	7.6±4.0	UD (<0.0001)	19±5.7
Bacteria (cell/ml)			
total viable (x10 <sup>6</sup> )	0.8±0.18	1.4±0.37	1.6±0.33
cellulolytic (x10 <sup>6</sup> )	0.4±0.19	2.6±1.48	1.1±0.29
Ciliate protozoa (cell/ml, x10 <sup>3</sup> )	3.8±0.92	3.0±0.53	4.8±0.49

**Taula 2.** Efecte de l'eliminació dels fongs anaerobis del rumen d'una ovella alimentada a base de palla i la subsegüent re-inoculació de *Neocallimastix* sp. en el consum voluntari, en la digestió i en les poblacions microbianes del rumen (Gordon i Phillips, 1993). Abreviacions: ADF (Acid Detergent Fiber); OM (Matèria Orgànica); UD (Indetectable).

Va disminuir el consum un 30%, sense gairebé efectes sobre la població de bacteris i protozous. En re-inocular una espècie de fong anaerobi (*Neocallimastix* sp.) es van restablir els nivells inicials.

### ADMINISTRACIÓ DE FONGS ANAEROBIS EN EL RUMEN

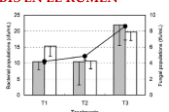
Item	Time post administration (h)	0	3	6	9	Mean
Total VFA						
FM	57.7 ± 1.3	75.9 ± 1.3	72.5 ± 1.7	78.6 ± 1.5	65.7 ± 1.4	
FE	58.6 ± 2.0	60.2 ± 1.8	62.3 ± 1.4	59.9 ± 1.7	75.1 ± 1.5	
FC	60.1 ± 2.4	103.1 ± 2.4	87.4 ± 1.8	83.5 ± 1.5	83.3 ± 1.8	
Mean	61.8 ± 2.4	96.0 ± 2.5	89.9 ± 2.2	89.9 ± 1.9	75.7 ± 2.0	

**Taula 3.** Concentracions (mM) d'àcids grassos volatils (VFA) en els fluids del rumen recollits de les ovelles administrades amb medi fúngic (FM), enzims fúngics (FE) i cultius fúngics (FC). Lee *et al.* (2000).

Item	Treatments	FM	FE	FC	Mean
Dry matter		75.2 ± 0.6	78.9 ± 0.9	75.2 ± 0.6	75.2 ± 0.6
Crude protein		68.6 ± 0.6	69.1 ± 1.1	71.9 ± 0.7	69.6 ± 0.6
Ether extract		60.2 ± 0.9	60.8 ± 1.0	58.2 ± 0.9	60.4 ± 1.0
NDF		65.1 ± 0.9	62.6 ± 1.0	68.9 ± 0.7	65.5 ± 1.1
ADF		57.2 ± 0.9	57.0 ± 1.2	62.0 ± 0.6	58.0 ± 1.2
Hemicellulose		75.1 ± 1.0	71.2 ± 0.7	77.1 ± 0.5	74.4 ± 1.0
Cellulose		68.6 ± 0.6	70.9 ± 0.8	70.8 ± 0.6	72.2 ± 0.6
Cell content		72.9 ± 0.9	73.5 ± 1.0	74.6 ± 0.6	73.6 ± 0.9

**Taula 4.** Digestibilitat (%) *in vivo* dels diferents nutrients de la dieta d'ovelles que han rebut els diferents tractaments de medi fúngic (FM), enzims fúngics (FE) i cultius fúngics (FC). Lee *et al.* (2000).

Els VFA van augmentar tant en administrar FC com FE, el que indica una major activitat fermentativa. Les poblacions de fongs van augmentar amb FC, però no amb FE. Els coeficients de digestió de nutrients van millorar en administrar FC, resultat de la millora dels paràmetres de fermentació i l'augment de la població de microorganismes.



**Figura 2.** Influència de l'administració de medi fúngic (FM), enzims fúngics (FE) i cultius fúngics (FC) en el nombre de bacteris totals (●, cfu ml<sup>-1</sup>, x10<sup>6</sup>), bacteris cel·lulolítics (□, MPN ml<sup>-1</sup>, x10<sup>3</sup>) i fongs (●, cfu ml<sup>-1</sup>, x10<sup>6</sup>) per ml de fluid recollit del rumen de les ovelles (Lee *et al.* 2000).

### ADDICIÓ DE FONGS ANAEROBIS COMBINATS AMB SULFUR

Group (n)	Period A	Period B		Change in intake due to treatment (B-A)/A
	(Pre-treatment) OM intake (g/d)	Treatment	OM intake (g/d)	
1 (11)	735 ± 31	Fungal dose	771 ± 32	5.2 %
2 (11)	726 ± 31	MPA+ fungi	888 ± 37	22.5 %
3 (7)	630 ± 59	MPA	751 ± 66	19.9 %

**Taula 5.** Influència de l'administració de tres soques de fongs anaerobis i MPA (0,6 g/d), en combinació o per separat, en el consum de matèria orgànica (g/d) en ovelles alimentades a base de palla (Gordon *et al.* 2001).

Increment del consum d'aliment per part dels tres grups, essent el tractament amb fongs amb suplement de sulfur el més elevat (22,5%), seguit del grup suplementat únicament amb MPA (19,9%) i únicament amb fongs (5%).

## CONCLUSIÓ I PERSPECTIVES DE FUTUR

- Millora del rendiment de farratges de mala qualitat en remugants domèstics (p. e. ovelles) en manipular la població i/o activitat dels fongs anaerobis del rumen.
- Augment del consum i digestibilitat dels farratges de mala qualitat millorant així la producció animal.
- Millora de les característiques de fermentació del rumen i augment de la població fúngica en administrar una soca de fong anaerobi amb característiques fibrolítics superiors a les indígenes i/o un suplement de sulfur, que es tradueix en un major nombre i eficiència d'enzims fibrolítics.
- Continuar la recerca de noves soques de fongs anaerobis d'elit i augmentar la viabilitat dels inòculs en els remugants.
- Realitzar més estudis d'inoculació directa de fongs anaerobis *in vivo* per aportar nous resultats.
- Clonar gens que codifiquen enzims específics d'aquests fongs anaerobis en microorganismes model que tenen menys requeriments de creixement (anaerobiosi).
- Utilitzar aquests fongs com a font de subministrament per la indústria de purificació d'enzims.

## REFERÈNCIES

- Gordon, G. L. R. and Phillips, M. W. 1993. Removal of anaerobic fungi from the rumen of sheep by chemical treatment and the effect on feed consumption and *in vivo* fibre digestion. Lett. Appl. Microbiol. 17:220-223.
- Gordon, G. L. R. and Phillips, M. W. 1998. The role of anaerobic gut fungi in ruminants. Nutr. Res. Rev. 11:1-36.
- Gordon, G. L. R., Phillips, M. W., White, S. W., Rintoul, A. R. and Mitchell, P. A. 2001. Can anaerobic fungi be manipulated in the sheep rumen to improve the utilisation of poor quality feed? In: Clinics Ross Laboratory, CSIRO Livestock Industries, Prospect NSW 2148.
- Lee, S. S., Ha, J. K. and Cheng, K. J. 2000. Influence of an anaerobic fungal culture administration on *in vivo* ruminal fermentation and nutrient digestion. Anim. Feed Sci. Technol. 88:201-217.
- Orpin, C. G. 1975. Studies on the rumen flagellate *Neocallimastix frontalis*. J. Gen. Microbiol. 91:249-262.
- Phillips, M. W., Gordon, G. L. R. and White, S. W. 2000. Effects of a specific nutrient on feed intake, digestion and rumen counts of anaerobic fungi and bacteria. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 13 (July Supplement B), 130 (Abstr.).
- Trinci, A. P. I., Davies, D. R., Gull, K., Lawrence, M. I., Nielsen, B. B., Rickers, A. K. Theodorou, M. K. (1994). Anaerobic fungi in herbivorous animals. Mycological Research 98, 129-152.
- Imatge ovella (<http://resources.teachmeanet.com/farmnet/Digestive.htm>).